



تجزیه و تحلیل فناوری های نوین حمل و نقل هوشمند در جهت ایجاد جوامع پایدار

احسان شرافتی مقدم

فارغ التحصیل کارشناسی ارشد - مهندسی شهرسازی (برنامه ریزی منطقه ای) - دانشگاه علم و صنعت ایران - تهران

چکیده

در این پژوهش طی انجام یک تحقیق اکتشافی و از طریق مطالعه اسنادی و کتابخانه‌ای، ابتدا اجزای اصلی تأثیرگذار در جوامع پایدار شناسایی و در ۵ دسته بندی کلی حفظ محیط زیست، توازن اقتصادی و اجتماعی، استدامه پذیری منابع، جلوگیری از نابرابری و مشارکت شهروندی معرفی شده است. سپس نقش حمل و نقل هوشمند در ایجاد این جوامع با توجه به این اصول ۵ گانه مورد بررسی قرار می گیرد. با بررسی تحقیقات انجام شده و تجربیات صورت گرفته در کشورهای پیشرو در این موضوع، ۶ فناوری جدید تحت عناوین سیستم های وسایل نقلیه هوشمند، سیستم های پایش و مدیریت ترافیک، سیستم های پارکینگ هوشمند، سیستم های انرژی پایدار، سیستم های اشتراک گذاری وسایل نقلیه و سیستم های هوشمند شهری به عنوان راهکارهای نوین حمل و نقل هوشمند معرفی شده و نحوه پیاده سازی و تحقق هر یک به صورت مفصل بیان می گردد. سپس جهت بررسی سازگاری این فناوری ها با رویکردهای جوامع پایدار، با استفاده از نظر کارشناسان و متخصصان حوزه برنامه ریزی حمل و نقل و توسعه پایدار از طریق مصاحبه و پرکردن پرسشنامه های نیمه ساختاریافته نحوه ارتباط بین هریک از تکنولوژی های معرفی شده با اجزای اصلی جوامع پایدار مورد توجه قرار گرفته است.

کلیدواژه ها: جوامع پایدار، حمل و نقل هوشمند، فناوری و راهکارهای نوین



۱- مقدمه و بیان مسئله

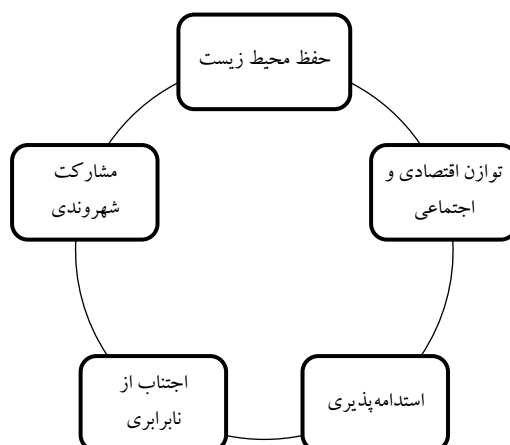
جوامع امروزی با چالش‌های بسیاری در زمینه پایداری مواجه هستند. افزایش جمعیت، تغییرات اقلیمی، استفاده بی‌رویه از منابع طبیعی و وابستگی به سوخت‌های فسیلی از جمله مسائلی هستند که تأثیر عمیقی بر استقرار جوامع پایدار دارند. نابرابری‌های اجتماعی، آلودگی محیطی و نقص در مدیریت پسماند نیز از مسائلی هستند که به پایداری جوامع زیان می‌رسانند. [۹] در این سناریو، نیاز به راهکارهای نوآورانه و هماهنگ برای تعادل بخشیدن به نیازهای انسانی با حفاظت از محیط‌زیست اهمیت زیادی پیدا کرده است. تغییرات در الگوهای مصرف، ناکارآمدی در مدل‌های تولید و مصرف انرژی و نقص در توسعه پایدار می‌تواند باعث افزایش مشکلات جوامع شوند. عدم توازن بین نیازهای اقتصادی، اجتماعی و حفاظت از محیط‌زیست ممکن است منجر به دگرگونی‌های ناخواسته و تهدید به پایداری جوامع شود؛ بنابراین، ایجاد آگاهی در جامعه، ترویج تکنولوژی‌های نوین و ایجاد سیاست‌های حمایتی از حوزه‌های پایداری می‌تواند برای مقابله با این مشکلات مؤثر باشد. [۱۴]

حمل و نقل هوشمند به‌عنوان یک عامل کلیدی در ایجاد جوامع پایدار، نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند. این فناوری نه تنها به بهبود کارایی حمل و نقل منجر می‌شود؛ بلکه به حل چالش‌هایی چون ترافیک شهری، آلودگی هوا و وابستگی به سوخت‌های فسیلی نیز کمک می‌کند. با استفاده از شبکه‌های حمل و نقل هوشمند، مدیریت ترافیک بهبود می‌یابد و امکانات اشتراک‌گذاری وسایل نقلیه افزایش می‌یابد که به بهبود کارایی و کاهش آلودگی منجر می‌شود. این راهکارها نه تنها جهت ارتقا بهره‌وری اقتصادی بلکه برای حفظ محیط‌زیست و ایجاد جوامع با توازن بیشتر بین ابعاد اقتصادی، اجتماعی و حفاظت از محیط‌زیست اساسی هستند. [۱۳] حمل و نقل هوشمند با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و شبکه‌های ارتباطی پیشرفته نقش مؤثری در ایجاد جوامع پایدار دارد. این نظام‌ها به اشتراک‌گذاری بهینه منابع نقلیه، مدیریت هوشمند ترافیک و ارائه گزینه‌های حمل و نقل عمومی پویا کمک می‌کنند. علاوه بر این، ترویج وسایل نقلیه الکتریکی و افزایش استفاده از انرژی‌های پاک به‌منظور کاهش اثرات زیان‌آور بر محیط‌زیست از مزایای حمل و نقل هوشمند در ساخت جوامع پایدار می‌باشد. این تحولات نه تنها به بهبود کیفیت زندگی شهروندان کمک می‌کنند؛ بلکه به دستیابی به اهداف توسعه پایدار نیز همکاری می‌کنند. [۱]

در عصر کنونی، جوامع پایدار نیازمند توجه به تکنولوژی جدید در حوزه حمل و نقل هوشمند هستند. استفاده از فناوری‌های نوین می‌تواند به بهبود پایداری جوامع کمک کند. این اقدامات نه تنها به حداقل رساندن آلودگی محیطی کمک می‌کنند؛ بلکه نیز باعث بهبود بهره‌وری و کاهش ترافیک شهری می‌شوند. جوامع پایدار در عصر حاضر نیازمند تعامل مؤثر با تکنولوژی هستند تا در زمینه حمل و نقل هوشمند پیشرفت کنند. توسعه شبکه‌های حمل و نقل هوشمند، بهره‌گیری از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و ارتقا نظام‌های انرژی پاک می‌تواند کمک به بهبود مدیریت منابع و کاهش اثرات منفی بر محیط‌زیست داشته باشد. [۴] به همین منظور در این مقاله پس از شناخت و درک مفاهیم پایداری در جوامع و حمل و نقل هوشمند و ارتباط میان این مفاهیم، به بررسی راهکارهای نوین حمل و نقل هوشمند در جهت ایجاد جوامع پایدار پرداخته و آن را در دسته‌بندی‌های مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد.

۲- تعاریف و مفاهیم

در دهه‌های اخیر، مفهوم جوامع پایدار به‌عنوان یک مدل معیشتی و اجتماعی مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. جوامع پایدار نه تنها به توسعه اقتصادی بلکه به توازن میان اقتصاد، اجتماع و محیط‌زیست نیز توجه دارند. این مفهوم به دنبال ایجاد یک سیستم جامعه‌ای است که نه تنها به نیازهای نسل حاضر پاسخ می‌دهد؛ بلکه از نظریه استفاده‌پذیری به حفظ منابع برای نسل‌های آینده نیز توجه دارد. [۲۳] اجزای اصلی این مفهوم در نمودار ذیل به طور خلاصه آورده شده است:



شکل ۱ - اجزای اصلی پایداری در جوامع پایدار [۲۳]

الف: حفظ محیط‌زیست در جوامع پایدار

حفظ محیط‌زیست در مفهوم جوامع پایدار به حفاظت از منابع طبیعی، حفظ تنوع زیستی و کاهش تأثیرات منفی بر محیط‌زیست اشاره دارد. این موضوع به‌عنوان یکی از اصول اساسی جوامع پایدار مطرح می‌شود و نقش بسیار حیاتی در ایجاد توازن میان نیازهای انسانی و حفظ سلامت محیط‌زیست دارد. این مفهوم شامل تلاش برای کاهش آلودگی هوا، آب‌وخاک شده و اقداماتی از جمله استفاده از فناوری‌های تمیزتر، مدیریت پسماند به شیوه‌های پایدار و حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر را شامل می‌شود. همچنین جوامع پایدار به بهینه‌سازی استفاده از منابع طبیعی می‌پردازند. این شامل کاهش بی‌رویه و مسئولانه از منابع طبیعی، حفاظت از جنگل‌ها و مدیریت پایدار آب‌وخاک است. حفظ محیط‌زیست در جوامع پایدار به انتقال از سوخت‌های فسیلی به انرژی‌های تجدیدپذیر و پایدار نیز توجه دارد. این تحول به کاهش گازهای گلخانه‌ای و وابستگی به منابع انرژی نقطه‌ای کمک می‌کند. جوامع پایدار همچنین به حفظ تنوع زیستی در سطح جهانی و محلی اهمیت می‌دهند که شامل حفاظت از گونه‌ها، اکوسیستم‌ها و زیستگاه‌های مختلف است تا تعادل زیستی حاکم در طبیعت حفظ شود. [۲۳]



ب: توازن اقتصادی و اجتماعی در جوامع پایدار:

توازن اقتصادی و اجتماعی در جوامع پایدار به معنای تحقق یک ساختار جامعه که هماهنگی بین عوامل اقتصادی و اجتماعی را برقرار کند. این توازن نه تنها به توسعه اقتصادی از یک سو، بلکه به حفظ اجتماع و حقوق انسانی از سوی دیگر توجه دارد. به عنوان مثال جوامع پایدار به کاهش نابرابری اقتصادی و توسعه یکنواخت در مناطق مختلف توجه دارند. این به معنای فراهم کردن فرصت‌های اقتصادی برابر برای همه اعضای جامعه است. همچنین حفظ موارد طبیعی و تدابیر مستدام در استفاده از آنها جهت حفظ توازن اقتصادی و جلوگیری از اسراف منابع ضروری است. [۲۳]

تضمین حقوق انسانی و اجتماعی برای همه اعضای جامعه از جمله دسترسی به تحصیلات، بهداشت و برابری فرصت‌ها با استفاده از تدابیر رشد پایدار در جوامع امکان‌پذیر می‌باشد. همچنین تلاش برای کاهش نابرابری‌های اجتماعی، شامل دسترسی برابر به خدمات اجتماعی، بهداشت و امکانات عمومی در جوامع پایدار محقق می‌شود. این توازن باعث حفظ استقرار جامعه می‌شود و از وقوع بحران‌های اجتماعی و اقتصادی جلوگیری می‌کند. فرآیند توسعه در جهت هماهنگی با نیازها و اراده اجتماعی، موجب استقامت و پایداری در بلندمدت می‌شود. این توازن همچنین به افراد امکان اشتراک در ثمرات توسعه و تجربه بهبود کیفیت زندگی را فراهم می‌کند. [۲۳]

ج: استفاده‌پذیری در جوامع پایدار:

استفاده‌پذیری یک مفهوم کلیدی در جوامع پایدار است و به توانایی یک سیستم یا جامعه اشاره دارد که بتواند نیازهای حال حاضر خود را برآورده کند، حفظ منابع طبیعی را مدنظر قرار دهد و به آینده نیز امکان استفاده از منابع را فراهم کند. این مفهوم به دلیل نقش حیاتی منابع طبیعی و نگرش به توازن بین نیازهای نسل حال و آینده برجسته شده است. استفاده‌پذیری نیازمند تأمین نیازهای اساسی جامعه در زمینه‌هایی مانند غذا، آب، انرژی و امکانات اجتماعی است. این تأمین نیازها باید به نحوی باشد که بر مبنای منابع پایدار و بهینه صورت گیرد. این مفهوم متوجه حفظ و مدیریت مستدام منابع طبیعی می‌شود و شامل جلوگیری از بهره‌برداری بیش از حد، حفاظت از تنوع زیستی و استفاده مؤثر از انرژی‌های تجدیدپذیر است. جوامع پایدار به توازن بین توسعه اقتصادی و اجتماعی با حفظ محیط‌زیست توجه دارند. مفهوم یاد شده اشاره به این نکته دارد که تحقق پیشرفت اقتصادی همراه با ارتقا سطح زندگی اجتماعی باید به گونه‌ای باشد که منابع زیست‌محیطی حفظ شوند. [۲۳]

استفاده‌پذیری نیازمند افزایش کارآمدی در مصرف منابع و تولیدات است که شامل بهینه‌سازی فرآیندها، افزایش بهره‌وری انرژی و کاهش هدررفت‌ها می‌شود. این مفهوم همچنین به مشارکت فعال جامعه در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با مسائل محیطی و اجتماعی اهمیت می‌دهد و اشاره به نقش آگاهی عمومی و مشارکت مردم در حفظ محیط‌زیست دارد. [۲۳]

د: اجتناب از نابرابری در جوامع پایدار:

اجتناب از نابرابری در جوامع پایدار به معنای کاهش و جلوگیری از نابرابری‌های اجتماعی و اقتصادی در سطح جامعه است. این مفهوم نه تنها به توزیع منابع مالی و اقتصادی بلکه به تساوی در دسترسی به فرصت‌ها، خدمات و حقوق اجتماعی



نیز اشاره دارد. اجتناب از نابرابری با توزیع عادلانه منابع اجتماعی و اقتصادی آغاز می‌شود که شامل توزیع درست درآمدها، بهره‌مندی از خدمات اجتماعی و بهره‌وری از زیرساخت‌ها است. جوامع پایدار به توسعه اقتصادی منصفانه و یکنواخت توجه دارند تا نابرابری‌های منطقه‌ای و اقتصادی را کاهش دهند. افزایش دسترسی به آموزش و ایجاد فرصت‌های شغلی برابر برای همه افراد می‌تواند به کاهش نابرابری‌های اقتصادی کمک کند. ترویج انصاف اجتماعی در زمینه‌هایی مانند سلامتی، مسکن و دسترسی به خدمات اجتماعی نیز به اجتناب از نابرابری کمک می‌کند. [۲۳]

ر: جایگاه مشارکت شهروندی در جوامع پایدار:

مشارکت شهروندی در جوامع پایدار یکی از ارکان اساسی و حیاتی است که نقش بسیار مهمی در شکل‌گیری، توسعه و حفظ اصول پایداری این جوامع ایفا می‌کند. مشارکت فعال شهروندان در تصمیم‌گیری‌های جامعه، اطمینان از اینکه اصول پایداری در سیاست‌گذاری و تدابیر مختلف مدنظر هستند را فراهم می‌کند. این مشارکت به توسعه فرآیندهای تصمیم‌گیری شفاف و عدالت‌محور کمک می‌کند. شهروندان با مشارکت فعال در اجرای برنامه‌ها و پروژه‌های پایدار، به حفظ محیط‌زیست، ارتقا اقتصاد سبز و ایجاد زیرساخت‌های پایدار کمک می‌کنند. [۲۳]

مشارکت شهروندی به ترویج آگاهی اجتماعی و آموزش افراد در زمینه‌های پایداری می‌پردازد. این مسئله موجب افزایش درک جامعه از چالش‌ها و فرصت‌های پایداری می‌شود. ایجاد فرهنگ مشارکت و شفافیت در جامعه، به گسترش ارتباطات اجتماعی و اعتماد عمومی کمک می‌کند. این ارتباطات قدرت مؤثری در اجرای برنامه‌ها و پروژه‌های پایدار دارند. شهروندان با مشارکت در حل مسائل و چالش‌های محلی و جهانی به توسعه راه‌حل‌های نوآورانه و پایدار در برابر چالش‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی کمک می‌کنند. مشارکت فعال شهروندان نشان‌دهنده تعهد آنها به اصول پایداری و حفاظت از آینده جوامع است. این تعهد مسیرهای جدیدی برای توسعه مستدام و بهینه را نقل می‌کند. [۲۳]

بنابراین، جوامع پایدار به‌عنوان یک الگوی جدید در تفکرات اجتماعی و اقتصادی ظاهر شده‌اند که به دنبال ارتقا کیفیت زندگی، حفاظت از محیط‌زیست و اجتناب از نابرابری هستند.

❖ مفهوم جوامع پایدار

این مفهوم تأکید دارد که توسعه باید به شکلی اتفاق بیفتد که نه تنها نیازهای حال حاضر رفع شود؛ بلکه این توسعه قابلیت استمرار و ارتقا طولانی‌مدت جامعه را نیز در نظر بگیرد. تعاریف مختلفی از جوامع پایدار وجود دارد. به‌عنوان مثال برخی این جوامع را به‌عنوان سیستم‌هایی توصیف می‌کنند که توانایی حفظ تعادل اقتصادی، اجتماعی و محیطی را دارند. درحالی‌که تعاریف دیگر ممکن است بر تأکید بر عدالت اجتماعی، مشارکت مردمی یا حفاظت از منابع طبیعی تمرکز کنند.

جوامع پایدار ممکن است به‌عنوان نظام‌هایی تلقی شوند که توسعه را با رعایت نیازهای نسل‌های آینده متناسب می‌کنند. این تعریف‌ها معمولاً به تعاملات اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و زیست‌محیطی توجه دارند تا یک تعادل مستدام بین این عناصر حاصل شود. در نتیجه جوامع پایدار به دنبال ایجاد شرایطی هستند که افراد به طور عادلانه از منابع استفاده کنند و همچنین محیط‌زیست را حفظ کنند. [۱۶] در دیدگاه‌های دیگر، جوامع پایدار به معنای توازن بین نیازهای اقتصادی،



اجتماعی و زیست محیطی به نحوی هستند که تأثیرات منفی بر نسل های آینده به حداقل رسانده شود. این تعریف ممکن است به توجه به تدابیر حاکمیتی، توسعه پایدار و مشارکت شهروندان در تصمیم گیری های مرتبط با جامعه اشاره کند. [۲۴] در دیدگاه برخی، جوامع پایدار به معنای ایجاد فضایی است که توانایی تأمین نیازهای اجتماعی و اقتصادی را دارند، درحالی که به حفظ تنوع فرهنگی و احترام به حقوق انسانی نیز می پردازند. این تعریف ها بر تعاملات عادلانه، حل و فصل صلح آمیز اختلافات و تعهد به اصول اخلاقی تأکید می کنند. [۱۶]

❖ ضرورت و اهمیت حمل و نقل در جوامع پایدار

در قرن حاضر با پیشرفت روزافزون فناوری و افزایش نیازهای جامعه، حمل و نقل به یکی از عناصر حیاتی جوامع تبدیل شده است. حمل و نقل نقش بنیادی در اتصال مناطق مختلف، انتقال کالاها و افراد و تأمین نیازهای اقتصادی و اجتماعی دارد. حمل و نقل همچنین نقش بسیار مهمی در اتصال مناطق مختلف جهان دارد که این اتصالات منجر به تبادل فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی می شود و می تواند به فرآیند توسعه جهانی و افزایش همبستگی بین اقوام کمک کند. [۵]

حمل و نقل برای انتقال کالاها و خدمات به نقاط مختلف ضروری است. این فرآیند باعث تأمین نیازهای اقتصادی جوامع می شود و به توازن بخشیدن به بازارها و منابع کمک می کند. از طرف دیگر حمل و نقل به عنوان یک ابزار اقتصادی، می تواند به کاهش نابرابری مناطق مختلف و ایجاد فرصت های اقتصادی در نواحی کمتر توسعه یافته کمک کند. راهبری حمل و نقل به شیوه های پایدار، می تواند به کاهش آلودگی هوا و بهینه سازی مصرف انرژی در سیستم حمل و نقل کمک کند که این مسئله از اهمیت زیادی در جوامع پایدار برخوردار است. حمل و نقل به عنوان رگ اصلی اقتصاد می تواند به توسعه اقتصادی پایدار مناطق و کشورها کمک کند و فرصت های شغلی ایجاد کند. [۵]

استفاده از حمل و نقل عمومی و زیرساخت های پایدار در این حوزه، می تواند به ساختارهای مستدام و مقاوم در برابر تغییرات اقلیمی منجر شود. توسعه سیستم های حمل و نقل هوشمند می تواند به بهبود مدیریت ترافیک و کاهش زمان های نامتناسب انتقال افراد و کاهش آلودگی هوا کمک کند. [۵]

❖ تعریف حمل و نقل هوشمند

حمل و نقل هوشمند به یک سیستم جامع اطلاق می شود که از فناوری های پیشرفته، اطلاعات هوشمند و تجهیزات مبتنی بر اینترنت به منظور بهینه سازی فرآیندها، افزایش بهره وری، کاهش مصرف انرژی، حفاظت از محیط زیست، افزایش امنیت و ارتقا تجربه مسافران و حمل و نقل بار استفاده می کند. این سیستم شامل اتوماسیون، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، سنسورها و ارتباطات پیشرفته بین وسایل نقلیه و زیرساخت های مرتبط است. هدف از حمل و نقل هوشمند، بهبود اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی حمل و نقل با استفاده از بهترین فناوری ها و راهکارهای ممکن می باشد. [۱۸] این مفهوم از دیدگاه های مختلف نیز قابل بررسی می باشد:

۱- اقتصادی: حمل و نقل هوشمند بهینه ترین مسیرها و روش های نقلیه را با استفاده از فناوری اطلاعات مدرن انتخاب کرده و این کار می تواند به کاهش هزینه ها و بهبود بهره وری اقتصادی منجر شود.



۲- زیست محیطی: حمل و نقل هوشمند می تواند با کاهش مصرف سوخت، انتشار گازهای گلخانه ای و افزایش بهره وری انرژی به حفاظت از محیط زیست کمک کند.

۳- اجتماعی: این مفهوم می تواند بهبود ارتباطات افراد و ارائه خدمات حمل و نقل راحت تر و مناسب تر برای جامعه ایجاد کند.

۴- تکنولوژیک: حمل و نقل هوشمند از فناوری های پیشرفته مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و سنسورها برای بهبود عملکرد و امکانات حمل و نقل استفاده می کند.

۵- امنیت: با استفاده از سامانه های هوشمند، حمل و نقل می تواند امن تر و مطمئن تر باشد، از جمله مدیریت ترافیک و کاهش حوادث. [۱۸]

❖ جایگاه حمل و نقل هوشمند در جوامع پایدار

در جوامع پایدار، حمل و نقل هوشمند به عنوان یک اصل کلیدی در بهبود اقتصاد، محیط زیست و کیفیت زندگی مطرح است. این رویکرد نه تنها به بهره وری و بهینه سازی فرآیندهای حمل و نقل اهمیت می دهد؛ بلکه با تلفیق فناوری های نوین به حل مسائل مختلف مرتبط با این حوزه می پردازد. حمل و نقل هوشمند در جوامع پایدار نقش اساسی در کاهش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه ای ایفا می کند. با بهره گیری از اینترنت اشیا، سنسورها و هوش مصنوعی، مدیریت ترافیک بهبود می یابد و مسیرها بهینه تر انتخاب می شوند. این سیستم ها به جلوگیری از ترافیک غیر ضروری، افزایش بهره وری و کاهش هزینه های حمل و نقل کمک می کنند. [۱]

همچنین این رویکرد نه تنها به ارتقا امکانات حمل و نقل عمومی بلکه به ارائه وسایل نقلیه پایدار و سبک مانند خودروهای الکتریکی و سیستم های اشتراک گذاری می پردازد. این تغییرات منجر به کاهش آلودگی هوا و بهبود کیفیت هوای شهری می شود؛ بنابراین، حمل و نقل هوشمند به عنوان یکی از پایه های توسعه پایدار و بهینه در جوامع مدرن، نقش مهمی در ساختاردهی آینده این جوامع ایفا می کند. [۱]

❖ جایگاه تکنولوژی در حمل و نقل هوشمند

تکنولوژی در حمل و نقل هوشمند و پایدار نقش بسیار مهمی را ایفا می کند، زیرا بهبود عملکرد، بهره وری و پایداری این صنعت را فراهم می آورد. با استفاده از فناوری های پیشرفته، می توان به یک سیستم حمل و نقل هوشمند و پایدار دست یافت که در بخش های مختلف تأثیر گذار است. [۱۲]

تکنولوژی در حمل و نقل هوشمند و پایدار به عنوان یک عامل اساسی و حیاتی مطرح می شود. تکنولوژی بهینه سازی فرآیندهای حمل و نقل از جمله مسیریابی بهینه، مدیریت ترافیک و کاهش زمان سفر را امکان پذیر می کند. با استفاده از فناوری های مدرن مانند وسایل نقلیه الکتریکی و بهینه سازی مصرف سوخت، انرژی مصرفی و انتشار گازهای گلخانه ای قابل کاهش است. تکنولوژی اینترنت اشیا و شبکه های ارتباطی پیشرفته، امکان ارتباط و هماهنگی بهتر بین وسایل نقلیه، ساختارهای حمل و نقل و اطلاعات مربوطه را ایجاد می کند. سامانه های حمل و نقل هوشمند با استفاده از تکنولوژی مدرن، می توانند امکانات امنیتی را افزایش داده و مسائلی مانند ردیابی و کنترل دسترسی را بهبود بخشند. فناوری های هوشمند،



اطلاعات بیشتری از جمله اطلاعات ترافیک زنده، گزینه‌های مسیریابی و امکانات رفاهی در حمل و نقل عمومی یا شخصی را به مسافران ارائه می‌دهند. استفاده از تکنولوژی در حمل و نقل از طریق بهبود کارایی منابع و کاهش اثرات منفی حمل و نقل بر محیط‌زیست به ارتقا پایداری اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی جامعه کمک می‌کند. [۳]

به‌طور کلی، تکنولوژی در حمل و نقل هوشمند و پایدار بهبودهای مهمی را در زمینه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی ایجاد می‌کند و به جهت سازگاری با چالش‌های جدید این صنعت حیاتی است.

۳- ساختار تحقیق

باتوجه به موضوع مورد بررسی که نوعی تحلیل اکتشافی می‌باشد در ابتدا روشی بنیادین جهت فهم معنای جوامع پایدار و حمل و نقل هوشمند به کار گرفته شده است و در وهله بعد با استفاده از روشی تحلیلی و توضیحی به دنبال بیان راهکارهای نوین حمل و نقل هوشمند در جهت ایجاد جوامع پایدار می‌باشد. در این تحقیق از یک سو با استفاده از داده‌های کیفی استخراج شده از تجارب جهانی موفق و گردآوری پژوهش‌های مشابه پیرامون موضوع تحقیق، ۶ دسته کلی فناوری‌های نوین پیرامون حمل و نقل هوشمند استخراج خواهند شد و سپس برای هر یک از این دسته‌بندی‌ها، روش‌های پیاده‌سازی و تحقق هر کدام معرفی و بررسی خواهد شد. روش جمع‌آوری اطلاعات در این نوع پژوهش بیشتر اسنادی و بررسی مدارک موجود و مطالعات کتابخانه‌ای می‌باشد. سپس در انتهای تحقیق جهت بررسی میزان ارتباط هر یک از فناوری‌های معرفی شده با اجزای اصلی تشکیل دهنده جوامع پایدار، از طریق مصاحبه عمیق با کارشناسان و صاحب‌نظران حیطه حمل و نقل هوشمند و توسعه پایدار و تکمیل پرسش‌نامه‌های نیمه‌ساختاریافته تنظیم شده توسط محقق، نحوه تحقق هر یک از اجزای اصلی پایداری در جوامع توسط فناوری‌های معرفی شده به صورت مفصل بیان می‌گردد.

۴- بدنه تحقیق

در عصر فعلی، تکنولوژی و نوآوری‌های حمل و نقل هوشمند پایدار به‌عنوان یک پاسخ به چالش‌های جوامع جهانی، اقتصادی و محیط‌زیستی به شدت به توسعه یافته‌اند. این راهکارها باهدف بهبود کارایی، افزایش امنیت و کاهش تأثیرات منفی بر محیط‌زیست در حوزه حمل و نقل طراحی شده‌اند. تکنولوژی‌های هوشمند در وسایل نقلیه، اشتراک‌گذاری، ساماندهی ترافیک و سیستم‌های انرژی پایدار به ساختار حمل و نقل جدیدی اقتصادی و پایدار تبدیل شده‌اند. یکی از اهداف اصلی این راهکارها افزایش بهره‌وری و کاهش مصرف انرژی است که به‌عنوان یکی از عوامل اساسی در جهت حفظ محیط‌زیست مطرح می‌شود. [۱۱]

حمل و نقل هوشمند پایدار نه تنها به بهبود تجربه سفر افراد کمک می‌کند؛ بلکه نقش مهمی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و مخارج اقتصادی جوامع بازی می‌کند. از طریق انعکاس تغییرات در نگرش به استفاده از انرژی‌های پایدار، اشتراک‌گذاری و بهره‌گیری از داده‌های هوشمند، این راهکارها جزء ابزارهای حیاتی برای مدیریت هوشمند حمل و نقل در جوامع مدرن محسوب می‌شوند. در نتیجه حمل و نقل هوشمند پایدار نه تنها به‌عنوان یک ابزار فناورانه مهم در حوزه مهندسی حمل و نقل، بلکه به‌عنوان یک راهکار استراتژیک با تأکید بر ارتقا سطح زندگی شهروندان و حفظ محیط‌زیست به موضوع اصلی توسعه پایدار در سطح جهان تبدیل شده است. [۵]



در ادامه این بخش انواع راهکارهای نوین در حمل و نقل هوشمند به تفصیل بیان شده و جایگاه هر کدام در ایجاد جوامع پایدار بیان می گردد.

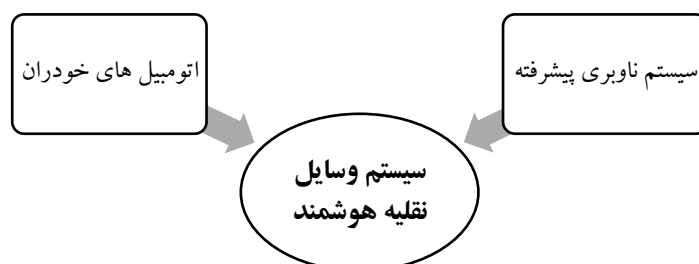
الف: سیستم وسایل نقلیه هوشمند:

– خودروهای هوشمند با قابلیت خودرانی: به عنوان مثال می توان به اتومبیل های خودران Tesla که از سیستم خودران Autopilot بهره می برند، اشاره کرد. این خودروها از فناوری های پیشرفته مانند هوش مصنوعی و حسگرها استفاده می کنند و توانمند به شناخت محیط و اتخاذ تصمیمات اتوماتیک برای رانندگی امن تر می باشند. [۷]

خودروهای هوشمند با قابلیت خودرانی می توانند بهبود امنیت رانندگی و کاهش تصادفات را ایجاد کنند. این امر منجر به صرفه جویی در منابع پزشکی و متوقف کردن زنجیره های تصادفات مرتبط با خسارت ها می شود. از طرف دیگر این خودروها قادر به ارتباط با یکدیگر برای بهینه سازی جریان ترافیک هستند که به تقلیل ترافیک و زمان های سفر کمک می کند و در نتیجه به کاهش آلودگی هوا و مصرف انرژی منجر می شود. خودروهای هوشمند ممکن است از سیستم های اشتراک گذاری خودرو بهره مند شوند که منجر به کاهش تعداد خودروهای در حرکت، تصاحب فضاهای پارکینگ و بهبود استفاده از فضاهای شهری می شود. امکانات خودرانی همچنین می توانند بهینه سازی رانندگی و مصرف سوخت را فراهم کنند که این امر به کاهش آلودگی هوا و تأثیرات منفی بر محیط زیست کمک می کند. این عوامل باعث می شوند که خودروهای هوشمند باعث ایجاد جوامع پایدارتر، امن تر و بهینه تر شوند. [۷]

– سیستم های ناوبری پیشرفته: سیستم های ناوبری پیشرفته در خودروهای هوشمند از فناوری های GPS (سیستم موقعیت یاب جهانی) و سنسورهای مختلف برای ارائه خدمات مسیریابی و هدایت به راننده استفاده می کنند. سیستم های ناوبری پیشرفته قادرند به راننده مسیرهای بهینه با ترافیک کمتر و شرایط رانندگی بهتر را نشان دهند. این اطلاعات به بهینه سازی مسیرها و در نتیجه صرفه جویی در مصرف سوخت و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای کمک می کنند. [۳]

سیستم های ناوبری با ارتباط با سایر خودروها و سیستم های حمل و نقل عمومی، امکاناتی مانند جریان ترافیک هوشمند و هماهنگی بهتر برای حمل و نقل عمومی را فراهم می کنند. اطلاعات دقیق از سیستم ناوبری می تواند به راننده هشدارهای لازم در مورد موانع، سرعت های ایمن و موقعیت خطرناک فراهم کند که منجر به کاهش تصادفات و افزایش ایمنی جاده ها می شود. این سیستم ها بهبود مؤثری در تجربه رانندگی فراهم می کنند و باعث بهره وری بالاتر و کاهش تأثیرات منفی حمل و نقل بر محیط زیست می شوند.



شکل ۲- نحوه پیاده سازی سیستم وسایل نقلیه هوشمند



ب: سیستم پایش و مدیریت ترافیک:

– ساماندهی ترافیک بر اساس داده‌های هوش مصنوعی: سامانه‌های جدید ترافیکی بر اساس هوش مصنوعی از الگوریتم‌ها و تکنولوژی‌های پیشرفته برای مدیریت ترافیک و ارتباط بین وسایل نقلیه استفاده می‌کنند. این سامانه‌ها به وسیله جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها، پیش‌بینی و بهینه‌سازی ترافیک را بهبود می‌بخشند. [۸]

یکی از نمونه‌های سیستم‌های ترافیکی بر اساس هوش مصنوعی، «سیستم مدیریت ترافیک هوشمند» است. این سیستم با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده از سنسورها، دوربین‌ها و داده‌های GPS از وسایل نقلیه هوش مصنوعی را به کار می‌گیرد تا ترافیک را بهینه‌سازی کند. این سیستم می‌تواند به طور هوشمند به اطلاعات ورودی و خروجی وسایل نقلیه در یک تقاطع پاسخ دهد و چراغ‌های راهنمایی را بر اساس جریان ترافیک تنظیم کند. همچنین با تحلیل داده‌های تاریخی و شناخت الگوهای حرکتی، این سیستم می‌تواند پیش‌بینی کند که در آینده کدام مناطق ممکن است با ترافیک مواجه شوند و به رانندگان مسیرهای جایگزین پیشنهاد دهد. این نوع سیستم‌ها با اتکا به هوش مصنوعی و ارتباط مؤثر با وسایل نقلیه به بهبود تجربه رانندگی، افزایش ایمنی و بهینه‌سازی ترافیک کمک می‌کنند. [۸]

سامانه‌های ترافیکی هوش مصنوعی در ایجاد جوامع پایدار نقش به‌سزایی دارند. هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های ترافیک و شناخت الگوهای حرکتی، می‌تواند مسیرها و زمان‌های ترافیکی را بهینه‌سازی کند که به کاهش زمان در مسیرها و کاهش ترافیک و آلودگی هوا کمک می‌کند. همچنین سامانه‌های هوش مصنوعی می‌توانند بهبود ایمنی رانندگی را ارتقا دهند؛ به‌عنوان مثال با اطلاع‌رسانی به رانندگان در مورد شرایط جاده، تصادفات قابل پیشگیری هستند. بهره‌گیری از هوش مصنوعی سامانه‌های ترافیکی می‌توانند مصرف سوخت و انرژی را بهینه‌سازی کنند و از آلودگی محیطی جلوگیری نمایند. با تدابیر هوشمندانه مبتنی بر هوش مصنوعی، سامانه‌های ترافیکی می‌توانند ازدحام‌ها را کنترل کرده و در نتیجه استراتژی‌های ترافیکی پایدارتری اجرا نمایند. [۲]

سامانه‌های هشداردهنده و پیشگیرانه از حوادث ترافیکی: یکی از سامانه‌های جدید هشداردهنده و پیشگیرانه در حوادث ترافیکی، سامانه تشخیص تصادف با استفاده از سنسورها و دوربین‌های موجود در خودروها است. این سامانه با تحلیل رفتارهای راننده و شناسایی الگوهای خطرناک، هشدارها و اقدامات پیشگیرانه را فعال می‌کند. فرض کنید یک خودرو با سامانه تشخیص تصادف در حال حرکت در یک خیابان است. این سامانه با پایش نحوه رانندگی و وضعیت جاده، در صورت تشخیص الگوهای خطرناک مانند رانندگی ناپایدار یا اختلاف‌های سرعت بسیار بزرگ، به صورت هشدار صوتی یا تصویری به راننده اعلام می‌کند. [۲۲]

این سامانه با ارائه هشدارهای به‌موقع، به کاهش تصادفات و ایجاد محیط ایمن‌تر در جاده‌ها کمک می‌کند. با جلوگیری از تصادفات و بهینه‌سازی حرکت خودروها، این سامانه به افزایش کارایی و کاهش ترافیک نیز کمک کرده و به صرفه‌جویی در انرژی، منابع و کاهش آلودگی هوا می‌انجامد. [۲۲]



شکل ۳- نحوه پیاده سازی سیستم پایش و مدیریت ترافیک

ج: سیستم پارکینگ هوشمند:

– سیستم پارکینگ اتوماتیک: سیستم‌های پارکینگ خودکار یک فناوری نوین هستند که به خودروها اجازه می‌دهند به صورت خودکار و بدون نیاز به راننده، پارک شوند. این سیستم‌ها با استفاده از سنسورها، دوربین‌ها و سایر تجهیزات هوشمند، خودروها را در مکان‌های پارکینگ مشخص می‌کنند و عملیات پارک را اجرا می‌کنند. [۱۰]

این سیستم‌ها به بهینه‌ترین نحو ممکن خودروها را پارک می‌کنند که منجر به صرفه‌جویی در فضاهای پارکینگ می‌شود و در نتیجه به کاهش نیاز به احداث فضاهای پارکینگ جدید و مصرف اضافی فضا کمک می‌کند. با امکان پیدا کردن سریع و بهینه‌ترین مکان برای پارک، این سیستم‌ها کمک به کاهش تردد خودروها در جستجوی پارکینگ می‌کنند که به کاهش ترافیک و آلودگی هوا منجر می‌شود. با کاهش زمانی که خودروها در حال جستجوی پارک هستند، مصرف سوخت نیز کاهش می‌یابد که موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و حفظ محیط‌زیست می‌شود. [۲۱]

– سیستم نظارت و مدیریت فضاهای پارکینگ: سیستم‌های جدید نظارت و مدیریت فضای پارکینگ از فناوری‌های پیشرفته مانند سنسورها، دوربین‌ها و سیستم‌های اطلاعاتی برای بهبود مدیریت پارکینگ استفاده می‌کنند. این سیستم‌ها می‌توانند به صورت خودکار پارکینگ‌ها را نظارت کنند و اطلاعات مربوط به تعداد خالی بودن یا پر بودن پارکینگ را فراهم کنند. یکی از مثال‌های این سیستم‌ها، استفاده از سنسورها و دوربین‌های هوشمند در هر پارکینگ است. این دستگاه‌ها قادرند به صورت زنده تعداد خودروهای پارک شده را نظارت کرده و اطلاعات را به سرورهای مرکزی ارسال کنند. سپس این اطلاعات می‌تواند به افرادی که به دنبال پارکینگ هستند، اطلاع دهند که در کدام نقاط پارکینگ خالی موجود است.

با اطلاع از پارکینگ‌های خالی، رانندگان می‌توانند زمان کمتری صرف جستجوی پارکینگ کنند که منجر به کاهش زمان هدررفته و حرکت بهینه‌تر در شهر می‌شود. همچنین جلوگیری از گردش بی‌هدف در جستجوی پارکینگ به کاهش ترافیک شهری و در نتیجه به کاهش آلودگی هوا کمک می‌کند و افزایش بهره‌وری در استفاده از فضاهای پارکینگ باعث مصرف بهینه‌تر انرژی و منابع می‌شود. [۱۵]



شکل ۴- نحوه پیاده سازی سیستم پارکینگ هوشمند

د: سیستم انرژی پایدار:

- استفاده از وسایل نقلیه الکتریکی و پایدار: وسایل نقلیه الکتریکی جدید و پایدار شامل خودروها، دوچرخه‌ها، اسکوترها و انواع سیستم‌های حمل و نقل متنوع هستند. این وسایل از انرژی الکتریکی به جای سوخت‌های فسیلی استفاده می‌کنند که به عنوان یک جنبه مهم در ایجاد جوامع پایدار مطرح می‌شوند. انواع این وسایل نقلیه عبارت‌اند از: خودروهای الکتریکی (مثال: تسلا، نقش: کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و مصرف بهینه انرژی)، دوچرخه‌های الکتریکی (مثال: بی‌ام‌و e-bike، نقش: کمک به ترافیک شهری و ترویج سبک زندگی پایدار)، اسکوترهای الکتریکی (مثال: شیائومی M365، نقش: انعطاف‌پذیری در حمل و نقل شهری با کاهش نیاز به سوخت فسیلی) [۲۰]

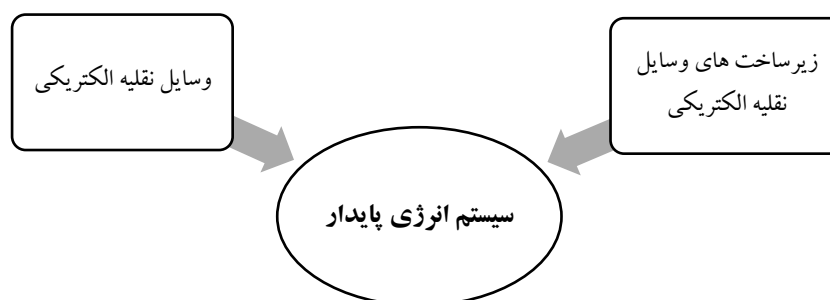
عدم استفاده از سوخت‌های فسیلی در این وسایل نقلیه منجر به کاهش آلودگی هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود. همچنین انتقال به انرژی الکتریکی در آن‌ها به معنای کاهش تولید زباله و اثرات منفی بر محیط‌زیست می‌باشد. انتقال به وسایل نقلیه الکتریکی باعث کاهش ترافیک و تجمعات شهری می‌شود؛ زیرا این وسایل معمولاً کوچک‌تر و منعطف‌تر هستند. این وسایل می‌توانند به توسعه نظام حمل و نقل هوشمند مانند اشتراک خودروهای الکتریکی کمک کنند. وسایل نقلیه الکتریکی از انرژی بهینه‌تری استفاده می‌کنند و باعث افزایش بهره‌وری انرژی نیز می‌شوند. توسعه و استفاده از وسایل نقلیه الکتریکی ترویج فناوری‌های پاک و انرژی‌های تجدیدپذیر را تشویق می‌کند. با استفاده از انرژی الکتریکی، وابستگی به قیمت‌های نفت و سوخت فسیلی کاهش می‌یابد و نوسانات کمتری در این بازار مشاهده خواهد شد. [۲۰]

وسایل نقلیه الکتریکی از جوانب چندگانه‌ای در ایجاد جوامع پایدار نقش دارند و با توسعه و بهره‌گیری مؤثر از آن‌ها، می‌توان به بهبود محیط‌زیست و ساختارهای حمل و نقل شهری کم‌اثرتر پیش برد. [۲۰]

- سیستم‌های مدیریت شارژ هوشمند وسایل نقلیه الکتریکی: سیستم‌های مدیریت شارژ هوشمند برای وسایل نقلیه الکتریکی، به منظور بهینه‌سازی مصرف انرژی، مدیریت شارژ باتری و افزایش کارایی سیستم‌های الکتریکی استفاده می‌شوند. این سیستم‌ها با استفاده از فناوری‌های ارتباطی و اطلاعاتی مانند وضعیت باتری، موقعیت، ترافیک و سایر عوامل را به طور هوشمندانه مدیریت می‌کنند. فرض کنید یک خودروی الکتریکی با سیستم مدیریت شارژ هوشمند داریم. این خودرو می‌تواند اطلاعات مانند موقعیت جغرافیایی، شرایط ترافیک، نقاط شارژ ممکن و نیز وضعیت باتری را به سرورهای مرکزی ارسال کند. سپس سیستم مدیریت شارژ می‌تواند به بهترین شکل مسیر حرکت، نقاط شارژ و زمان شارژ را برنامه‌ریزی کند.



با بهینه‌سازی شارژ و تخصیص منابع به طور هوشمند، سیستم‌های مدیریت شارژ به کاهش نیاز به انرژی‌های آلترناتیو کمک می‌کنند. همچنین با افزایش کارایی و بهینه‌سازی شارژ، وسایل نقلیه الکتریکی به نرخ کمتری انرژی مصرف می‌کنند که منجر به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود. سیستم‌های مدیریت شارژ هوشمند می‌توانند به بیشترین اندازه از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده کنند و با هماهنگی با شبکه انرژی، به ایجاد جوامع پایدار کمک کنند. [۲۰]



شکل ۵- نحوه پیاده‌سازی سیستم انرژی پایدار

ر: سیستم وسایل نقلیه عمومی هوشمند:

– سیستم‌های اشتراک‌گذاری وسایل نقلیه: سیستم‌های اشتراک‌گذاری خودرو به اشتراک‌گذاری خودروها بین افراد مختلف با استفاده از پلتفرم‌های دیجیتالی و فناوری ارتباطات متصل به هم می‌پردازند. این سیستم‌ها می‌توانند به صورت کامل یا جزئی، بر اساس زمان، مسافت، یا نیازهای خاص افراد عمل کنند. [۶]

انواع سیستم‌های اشتراک‌گذاری خودرو عبارت‌اند از:

- اشتراک‌گذاری خودرو^۱: در این مدل، افراد مختلف از یک خودرو برای مدت‌زمان کوتاه استفاده می‌کنند. به‌عنوان مثال می‌توان به Zipcar یا Car2Go اشاره کرد.
 - سیستم درخواست سفر^۲: این سرویس‌ها به افراد امکان می‌دهند تا خودرویی با راننده را بر اساس نیازهای فوری خود درخواست کنند. به‌عنوان مثال می‌توان به Uber یا Lyft در خارج از کشور و یا اسنپ و تپسی در داخل کشور اشاره کرد.
 - اشتراک سفر^۳: افراد با مسیرهای مشابه می‌توانند خودروهای خود را به اشتراک بگذارند. این کاهش تعداد خودروها و مسافران تک‌نفره را موجب می‌شود. به‌عنوان مثال می‌توان به سیستم BlaBlaCar اشاره کرد. [۱۹]
- با اشتراک‌گذاری خودروها، تعداد خودروهای در حرکت کاهش می‌یابد که می‌تواند منجر به کاهش ترافیک و آلودگی هوا گردد. همچنین اشتراک‌گذاری خودروها می‌تواند موجب بهینه‌سازی مصرف سوخت و کاهش انتشار گازهای

¹ Carsharing

² Ridehailing

³ Ridesharing



گلخانه‌ای شده و به افراد امکان می‌دهند تا فضای شهری را بهینه‌تر مورد استفاده قرار دهند و نیاز به پارکینگ زیاد را کاهش دهند. به کلی، این سیستم‌ها با کاهش مالکیت فردی و بهره‌مندی بهینه از منابع، به سوی جوامع پایدار و هوشمند حرکت می‌کنند.

سیستم حمل‌ونقل عمومی یکپارچه: تکنولوژی جدید در حوزه حمل‌ونقل یکپارچه به ادغام فناوری‌های مختلف مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، ارتباطات 5G و سیستم‌های اتوماتیک رانندگی متصل به یکدیگر اشاره دارد. این ترکیب این امکان را فراهم می‌کند که اطلاعات از حوزه‌های مختلف در حمل‌ونقل عمومی (مانند خودروها، ترافیک، ایستگاه‌ها و سرویس‌های حمل‌ونقل عمومی) به طور هوشمندانه جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل شوند. [۱۷]

این تکنولوژی می‌تواند به بهبود مسیریابی هوشمند و کاهش تداخل‌های ترافیک کمک کند که به تدریج منجر به کاهش زمان‌های سفر می‌شود. همچنین سیستم‌های هوشمند و یکپارچه حمل‌ونقل عمومی می‌توانند بهبود ایمنی را از طریق ارتباطات بین خودروها، تشخیص خطاها و حتی اتوماسیون رانندگی تقویت کنند که می‌تواند تعداد تصادفات را کاهش دهد. با اطلاعات در دسترس از خودروها و زیرساخت‌های حمل‌ونقل، می‌توان بهبود مصرف سوخت و مدیریت بهینه انرژی را ترویج کرد که در نتیجه کاهش آلودگی هوا را به دنبال دارد. تکنولوژی یکپارچه‌سازی حمل‌ونقل می‌تواند سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی را بهبود بخشد و تشویق به استفاده از وسایل نقلیه عمومی کند که در نتیجه به کاهش تعداد خودروهای شخصی و ترافیک شهری کمک می‌کند.



شکل ۶- نحوه پیاده سازی سیستم وسایل نقلیه عمومی هوشمند

س: سیستم هوشمندسازی شهری:

– استفاده از حسگرها و داده‌های هوشمند: استفاده از حسگرها و داده‌های هوشمند ترافیکی برای پایش کیفیت‌های شهری نقش بسیار مهمی در ایجاد جوامع پایدار ایفا می‌کند. این سیستم‌ها با جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها، امکان ارائه اطلاعات دقیق در زمینه‌های مختلف فراهم می‌کنند. حسگرها می‌توانند جلوی ترافیک زائد را بگیرند و با اطلاع‌رسانی به رانندگان و مسئولان ترافیکی، راه‌ها را بهینه‌تر مدیریت کنند که این امر به کاهش آلودگی هوا و افزایش بهره‌وری انرژی کمک می‌کند.

با پایش آلودگی هوا و اطلاع‌رسانی به مردم، اقدامات بهبود کیفیت هوا می‌تواند اجرا شود. این کار به حفظ سلامت مردم و حفاظت از محیط‌زیست کمک می‌کند. حسگرها در پارکینگ‌ها به بهترین نحو از فضاهای پارکینگ استفاده



می‌کنند و در نتیجه ترافیک و زمان هدررفته به دنبال جستجوی پارکینگ کاهش می‌یابد. با استفاده از داده‌های حاصل از حسگرها می‌توان بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها و سیستم‌های روشنایی را انجام داد که این موارد به اقتصاد انرژی و حفظ محیط‌زیست کمک می‌کند. این حسگرها همچنین می‌توانند به شناسایی موارد خطرناک مثل لرزه زمین، سیل یا حوادث رانندگی کمک کنند و اقدامات اضطراری را به سرعت فعال کنند. این فناوری‌ها با تداخل داده و اطلاعات در زمینه‌های مختلف، به ایجاد شهرهای هوشمند و پایدار کمک می‌کنند که از نظر اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بهبود یابند. [7]

– سیستم اینترنت اشیا⁴ در ساماندهی ترافیک شهری: سیستم اینترنت اشیا IoT یک شبکه از دستگاه‌ها و حسگرهای متصل به اینترنت است که اطلاعات را جمع‌آوری، ارسال و تبادل می‌کنند. در ساماندهی ترافیک شهری و ایجاد جوامع پایدار، اینترنت اشیا نقش مهمی ایفا می‌کند. حسگرها و دستگاه‌های متصل به این سیستم می‌توانند در نقاط مختلف شهر ترافیک را پیش کرده و اطلاعات لحظه‌ای را ارسال کنند. این اطلاعات به مراکز مدیریت ترافیک کمک می‌کنند تا بهترین استراتژی‌ها برای کنترل ترافیک و جلوگیری از آلودگی هوا را اعمال کنند. با تحلیل داده‌های حاصل از آن، مسیریابی که ممکن است ترافیک زیادی داشته باشند پیش‌بینی و رانندگان می‌توانند بهینه‌ترین مسیر را انتخاب کنند که این کار به صرفه‌جویی در زمان و انرژی منجر می‌شود. [25]

با بهبود مدیریت ترافیک و حمل‌ونقل عمومی با تحلیل داده‌های اینترنت اشیا، می‌توان آلودگی هوا را کاهش داد و به حفظ محیط‌زیست کمک کرد. این سیستم همچنین در مدیریت انرژی ساختمان‌ها و شبکه‌های روشنایی نقش دارد و می‌تواند اطلاعات مصرف انرژی را جمع‌آوری کرده و بهینه‌سازی در مصرف انرژی را فراهم کند.



شکل ۷- نحوه پیاده‌سازی سیستم هوشمند شهری

⁴ IoT (Internet Of Things)



۵- تجزیه و تحلیل و طبقه بندی یافته ها

باتوجه به سیستم های تعریف شده در قسمت قبل و بیان نحوه تأثیرگذاری هریک بر ایجاد جوامع پایدار، در این قسمت ابتدا اطلاعات جمع آوری شده در یک جدول خلاصه شده و سپس نحوه ارتباط آن با اجزا و مولفه های اصلی جوامع پایدار بررسی می گردد:

جدول ۱- راهکارهای نوین حمل و نقل هوشمند در جوامع پایدار

ردیف	فناوری جدید	نحوه پیاده سازی فناوری
۱	سیستم وسایل نقلیه هوشمند	خودروهای هوشمند با قابلیت خودرانی سیستم های ناوبری پیشرفته
۲	سیستم پایش و مدیریت ترافیک	ساماندهی ترافیک بر اساس داده های هوش مصنوعی سامانه های هشداردهنده و پیشگیرانه از حوادث ترافیکی
۳	سیستم پارکینگ هوشمند	سیستم پارکینگ خودکار و اتوماتیک سیستم نظارت و مدیریت فضاهای پارکینگ
۴	سیستم انرژی پایدار	استفاده از وسایل نقلیه الکتریکی و پایدار سیستم های مدیریت شارژ هوشمند وسایل نقلیه الکتریکی
۵	سیستم وسایل نقلیه عمومی هوشمند	سیستم های اشتراک گذاری وسایل نقلیه سیستم حمل و نقل یکپارچه
۶	سیستم هوشمندسازی شهری	استفاده از حسگرها و داده های هوشمند سیستم اینترنت اشیا در ساماندهی ترافیک شهری

حال باتوجه به مفاهیم ارائه شده در ابتدای مقاله و با استفاده از نظر متخصصان حوزه برنامه ریزی حمل و نقل شهری و توسعه پایدار از طریق انجام مصاحبه عمیق و تکمیل پرسشنامه های نیمه ساختاریافته نحوه تأثیرگذاری هریک از فناوری های معرفی شده بر اجزای اصلی جوامع پایدار مورد بحث قرار گرفت و پس از استخراج اطلاعات مورد نیاز و تطبیق با منابع و تحقیقات انجام شده حول این موضوع، به صورت جداگانه در جدول ذیل بیان شده است:

جدول ۲- نحوه تأثیرگذاری فناوری های جدید حمل و نقل هوشمند بر اجزای جوامع پایدار



نحوه تأثیر گذاری بر اجزای جوامع پایدار	اجزای جوامع پایدار	فناوری جدید	ردیف
<ul style="list-style-type: none"> - کاهش آلودگی هوا و ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای - بهینه‌سازی مصرف سوخت و افزایش بهره‌وری انرژی - تشویق به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر 	حفظ محیط‌زیست	سیستم وسایل نقلیه هوشمند	۱
<ul style="list-style-type: none"> - افزایش بهره‌وری در حمل‌ونقل و کاهش هزینه‌ها - پیشرفت در صنایع مرتبط با تکنولوژی خودران - ایجاد فرصت‌های شغلی در حوزه‌های جدید 	توازن اقتصادی		
<ul style="list-style-type: none"> - دسترسی آسان‌تر به وسایل نقلیه برای افراد معلول یا آسان‌تر سازی حرکت افراد سالم - افزایش امنیت در جاده‌ها و کاهش تصادفات - توسعه حمل‌ونقل عمومی هوشمند و مستدام 	توازن اجتماعی		
<ul style="list-style-type: none"> - بهینه‌سازی مصرف سوخت و انرژی در وسایل نقلیه - افزایش میزان بازیافت و کاهش پسماند - توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل جمعی و مشترک 	استدامه‌پذیری منابع		
<ul style="list-style-type: none"> - افزایش دسترسی به وسایل نقلیه برای افراد در مناطق مختلف - کاهش نابرابری در دسترسی به فرصت‌ها و منابع - تعامل مثبت بین توسعه فناوری و بهره‌وری اجتماعی 	جلوگیری از نابرابری		
<ul style="list-style-type: none"> - ایجاد فرصت‌های مشارکت در تصمیم‌گیری در زمینه حمل‌ونقل - افزایش آگاهی شهروندان در خصوص تأثیرات حمل‌ونقل بر جامعه و محیط‌زیست - ترویج فرهنگ حمل‌ونقل عمومی و مشترک 	مشارکت شهروندی		
<ul style="list-style-type: none"> - کاهش ترافیک و انتشار گازهای گلخانه‌ای - افزایش استفاده از حمل‌ونقل عمومی و وسایل نقلیه پایدار - ایجاد زیرساخت‌های سبز و دوستدار محیط‌زیست 	حفظ محیط‌زیست		
<ul style="list-style-type: none"> - افزایش بهره‌وری در حمل‌ونقل و کاهش هزینه‌های ترافیک - ترویج فعالیت‌های اقتصادی منطقه‌ای و توسعه حمل‌ونقل عمومی - جلب سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل‌ونقل پایدار 	توازن اقتصادی		
<ul style="list-style-type: none"> - دسترسی بهتر به خدمات عمومی و حمل‌ونقل - کاهش آلودگی هوا و اثرات منفی بر سلامت اجتماعی - ایجاد فرصت‌های شغلی مرتبط با زیرساخت حمل‌ونقل 	توازن اجتماعی		

نحوه تأثیر گذاری بر اجزای جوامع پایدار	اجزای جوامع پایدار	فناوری جدید	ردیف
<ul style="list-style-type: none"> - بهینه سازی استفاده از منابع و کاهش انرژی مصرفی - پشتیبانی از حمل و نقل پایدار و مدل های انرژی مستدام - ایجاد تدابیر حفاظت از منابع طبیعی و بهره وری منابع 	استدامه پذیری منابع		
<ul style="list-style-type: none"> - افزایش دسترسی به حمل و نقل برای تمام اقشار جامعه - کاهش نابرابری در دسترسی به خدمات و امکانات شهری - ترویج استفاده از حمل و نقل عمومی و مدل های عدالتی 	جلوگیری از نابرابری		
<ul style="list-style-type: none"> - ایجاد فرصت های مشارکت شهروندان در تصمیم گیری های مرتبط با حمل و نقل - ترویج فرهنگ حمایت از تدابیر ترافیکی - ارتقا افکار عمومی و شفافیت در زمینه حمل و نقل عمومی 	مشارکت شهروندی		
<ul style="list-style-type: none"> - کاهش ترافیک و انتشار گازهای گلخانه ای به دلیل بهینه سازی استفاده از فضاهای پارکینگ. - استفاده از فناوری برای کاهش آلودگی هوا و حفظ کیفیت هوای شهری. 	حفظ محیط زیست		
<ul style="list-style-type: none"> - افزایش بهره وری در استفاده از فضاهای پارکینگ و کاهش هزینه ها برای افراد و نهادها. - ایجاد فرصت های کسب و کار در زمینه فناوری و مدیریت هوشمند فضاهای پارکینگ. 	توازن اقتصادی		
<ul style="list-style-type: none"> - افزایش راحتی و دسترسی برای افراد با کاهش زمان مصرفی برای پیدا کردن جای پارک. - فرآیندهای شفاف و عدالت محور در تخصیص فضاهای پارکینگ. 	توازن اجتماعی	سیستم پارکینگ هوشمند	۳
<ul style="list-style-type: none"> - کاهش ضایعات انرژی به دلیل بهینه سازی استفاده از فضاهای پارکینگ و جلوگیری از مواجهه با ترافیک بیش از اندازه. 	استدامه پذیری منابع		
<ul style="list-style-type: none"> - ایجاد فرصت های برابر در دسترسی به فضاهای پارکینگ برای افراد مختلف. - کاهش نابرابری در استفاده از زمان و منابع به علت بهینه سازی فرآیندهای پارکینگ. 	جلوگیری از نابرابری		

نحوه تأثیر گذاری بر اجزای جوامع پایدار	اجزای جوامع پایدار	فناوری جدید	ردیف
<ul style="list-style-type: none"> - ایجاد امکانات مبتنی بر فناوری برای اطلاع رسانی به شهروندان و تشویق به مشارکت در سیستم های هوشمند پارکینگ. - افزایش آگاهی شهروندان در مدیریت و استفاده بهینه از فضاهای پارکینگ. 	مشارکت شهروندی		
<ul style="list-style-type: none"> - کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و آلاینده ها - حفاظت از منابع طبیعی - تشویق به استفاده از انرژی های تجدید پذیر 	حفظ محیط زیست		۴
<ul style="list-style-type: none"> - ایجاد فرصت های شغلی در صنایع پایدار - کاهش وابستگی به منابع انرژی غیر پایدار - تحریک صنایع مرتبط با تکنولوژی های پایدار 	توازن اقتصادی		
<ul style="list-style-type: none"> - افزایش دسترسی به انرژی برای تمام اقشار جامعه - کاهش اثرات منفی صنایع بر اجتماع، به ویژه در مناطق حساس - تشویق به فناوری هایی که به ترکیب اجتماعی سودمندی افزوده اند. 	توازن اجتماعی	سیستم های انرژی پایدار	
<ul style="list-style-type: none"> - افزایش بهره وری انرژی و کاهش مصرف ناکارآمد - حفاظت و مدیریت بهینه منابع طبیعی 	استدامه پذیری منابع		
<ul style="list-style-type: none"> - افزایش دسترسی به فناوری های پایدار در جوامع کم توان - کاهش وابستگی به منابع انرژی در مناطق محروم 	جلوگیری از نابرابری		
<ul style="list-style-type: none"> - تحریک مشارکت شهروندی در تصمیم گیری های مرتبط با انرژی - افزایش آگاهی شهروندان در زمینه انرژی های پایدار 	مشارکت شهروندی		
<ul style="list-style-type: none"> - کاهش تعداد خودروها و ترافیک - استفاده بهینه از وسایل نقلیه و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای 	حفظ محیط زیست		
<ul style="list-style-type: none"> - کاهش هزینه های فردی برای حمل و نقل - افزایش بهره وری مصرف سوخت و حمل و نقل عمومی 	توازن اقتصادی	سیستم حمل و نقل عمومی هوشمند	۵
<ul style="list-style-type: none"> - دسترسی به حمل و نقل برای افراد با درآمدهای متفاوت - ایجاد فرصت های شغلی در صنعت اشتراک گذاری وسایل نقلیه 	توازن اجتماعی		
<ul style="list-style-type: none"> - افزایش بهره وری و استفاده بهینه از وسایل نقلیه موجود - کاهش نیاز به تولید و خرید وسایل نقلیه جدید 	استدامه پذیری منابع		
<ul style="list-style-type: none"> - ایجاد فرصت برابر در دسترسی به حمل و نقل 	جلوگیری از نابرابری		

نحوه تأثیرگذاری بر اجزای جوامع پایدار	اجزای جوامع پایدار	فناوری جدید	ردیف
- کاهش تفاوت‌های اجتماعی در دسترسی به وسایل نقلیه			
- ایجاد ارتباطات اجتماعی بیشتر و افزایش تعاملات شهروندی	مشارکت شهروندی		
- مشارکت فعال شهروندان در سیاست‌ها و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با حمل‌ونقل جامعه			
- کاهش ترافیک و آلودگی هوا از طریق بهینه‌سازی جریان ترافیک و افزایش استفاده از حمل‌ونقل عمومی.	حفظ محیط‌زیست		
- مدیریت هوشمند زباله با کاهش ضایعات و افزایش بازیافت.			
- بهینه‌سازی مسیرها و تسهیل حرکت درون‌شهری که می‌تواند هزینه‌های نقل و انتقال را کاهش دهد.	توازن اقتصادی		
- ترویج اقتصاد اشتراکی و اشتراک‌گذاری منابع از طریق سیستم‌های هوشمند.			
- بهینه‌سازی مصرف انرژی و منابع با کنترل هوشمند تجهیزات شهری.	استدامه‌پذیری منابع	سیستم هوشمندسازی شهری	۶
- مدیریت هوشمند آب و انرژی با استفاده از داده‌های هوشمند.			
- افزایش دسترسی به خدمات شهری به‌ویژه در نواحی کم‌توسعه‌یافته.	جلوگیری از نابرابری		
- ارتقا حقوق شهروندی از طریق بهبود توزیع فرصت‌ها و امکانات شهری.			
- افزایش آگاهی شهروندان از وضعیت شهری و فرصت‌های مشارکت در تصمیم‌گیری.	مشارکت شهروندی		
- ارتقا ارتباط مستقیم بین شهروندان و مسئولان شهری از طریق ساماندهی ترافیک هوشمند و اطلاعات شهری.			

۶- جمع‌بندی و ارائه آموزه‌ها

در این تحقیق ابتدا جهت شناخت و درک بهتر موضوع تحقیق به تعریف مفاهیم و ابعاد مختلف هر کدام از دیدگاه صاحب‌نظران، متخصصان و نظریه‌پردازان مختلف پرداخته شد و مفهوم پایداری در جوامع و اجزای اصلی ۵ گانه آن (حفظ محیط‌زیست، توازن اقتصادی و اجتماعی، استدامه‌پذیری منابع، جلوگیری از نابرابری‌ها و مشارکت شهروندان) معرفی گردید. سپس جایگاه حمل‌ونقل در جوامع پایدار مورد تأکید قرار گرفت و ضرورت پرداختن به آن بیان شد. در ادامه حمل‌ونقل هوشمند تعریف و جایگاه رویکردهای نوین در حمل‌ونقل هوشمند مورد بحث قرار گرفت.



در ادامه روند تحقیق ۶ رویکرد نوین در حمل و نقل هوشمند معرفی گردید و نحوه پیاده سازی هر کدام به صورت مفصل بیان گردید. در انتهای تحقیق با استفاده از پژوهش های صورت گرفته پیرامون این موضوع و استفاده از نظر متخصصان و صاحب نظران این حیطه، نحوه اثرگذاری هر یک از فناوری های حمل و نقل هوشمند بر پایداری جوامع تحت اجزای ۵ گانه آن بیان گردید. در بخش انتهایی این پژوهش آموزه های تحقیق پیش رو جهت استفاده به صورت خلاصه بیان می گردد:

۱- برای استفاده از فناوری های حمل و نقل هوشمند به منظور ایجاد جوامع پایدار توجه به محیط زیست بایستی در اولویت قرار گیرد. وسایل حمل و نقل پاک و پایدار از نظر زیست محیطی بایستی انتخاب و ترویج گردد و مسیرها و سیستم های حمل و نقل جهت کاهش اثرات منفی بر محیط زیست بهینه شوند.

۲- در برنامه ریزی حمل و نقل بایستی افراد به سمت استفاده بیشتر از حمل و نقل عمومی تشویق گردند. بدین منظور بایستی سیستم های حمل و نقل عمومی هوشمند و جذاب برای جلب ترافیک افراد از وسایل شخصی به حمل و نقل عمومی ایجاد شده و استفاده از وسایل حمل و نقل عمومی برای تمامی افراد با ویژگی های مختلف در دسترس قرار گیرد.

۳- در جهت کاهش استفاده از حمل و نقل شخصی، برنامه ریزی حمل و نقل اشتراکی خودروها می تواند مؤثر باشد. ترویج به اشتراک گذاری خودروها و سایر وسایل حمل و نقل بر اساس مفهوم اقتصاد اشتراک صورت می پذیرد و توسعه سیستم های هوشمند رزرو و اشتراک گذاری وسایل حمل و نقل جهت استفاده گسترده تر افراد در دسترس قرار می گیرد. ۴- جهت بهینه سازی جریان و کاهش زمان ترافیک از سیستم های هوشمند ترافیکی استفاده شود و از داده های هوشمند جهت پیش بینی و مدیریت بهتر ترافیک استفاده گردد.

۵- از فناوری های پاک در وسایل حمل و نقلی استفاده گردد و شارژگاه های هوشمند و مناسب برای آن ها در مکان های درست تعبیه شود.

۶- از اطلاعات هوشمند برای مدیریت جریان ترافیک، پارکینگ هوشمند و ارائه اطلاعات به شهروندان استفاده شود و اپلیکیشن ها و سامانه های تبادل اطلاعات جهت ارتباط فعال با شهروندان در زمینه حمل و نقل توسعه یابد.

۷- ایجاد زیرساخت های یکپارچه و در ارتباط با یکدیگر از وسایل نقلیه عمومی جهت تغییر مدهای حمل و نقلی در کوتاه ترین زمان و افزایش کارایی و کاهش اتلاف وقت افراد.

۸- سامانه های هوشمند پارکینگ برای بهینه سازی استفاده از فضاهای پارکینگ و کاهش ترافیک ناشی از جستجوی پارکینگ توسعه و استفاده از وسایل حمل و نقل پارکینگ هوشمند و خودروهای الکتریکی ترویج یابد.

۹- با استفاده از روش های فرهنگی آگاهی شهروندان از استفاده بهینه از فناوری های حمل و نقل هوشمند افزایش پیدا کند و از طرفی تدابیر امنیتی برای حفاظت از داده های حمل و نقل هوشمند و حریم خصوصی شهروندان اتخاذ گردد.

۱۰- مسیرها و فضاهای مخصوص پیاده روی و دوچرخه سواری ایجاد گردد و به استفاده از وسایل نقلیه فعال و پاک در مسافت های کوتاه با سیاست گذاری های مختلف و اولویت به اینگونه وسایل تشویق گردد.



- 1- Aamir, M., Masroor, S., Ali, Z. A., & Ting, B. T. (2019). Sustainable framework for smart transportation system: a case study of karachi. *Wireless Personal Communications*, 106, 27-40.
- 2- Abduljabbar, R., Dia, H., Liyanage, S., & Bagloee, S. A. (2019). Applications of artificial intelligence in transport: An overview. *Sustainability*, 11(1), 189.
- 3- Ayoub, W., Ellatif Samhat, A., Mroue, M., Joumaa, H., Nouvel, F., & Prévotet, J. C. (2020). Technology selection for iot-based smart transportation systems. In *Vehicular Ad-hoc Networks for Smart Cities: Third International Workshop, 2019* (pp. 19-29). Springer Singapore.
- 4- Azgomi, H. F., & Jamshidi, M. (2018, November). A brief survey on smart community and smart transportation. In *2018 IEEE 30th international conference on tools with artificial intelligence (ICTAI)* (pp. 932-939). IEEE.
- 5- Bamwesigye, D., & Hlavackova, P. (2019). Analysis of sustainable transport for smart cities. *Sustainability*, 11(7), 2140.
- 6- Baptista, P., Melo, S., & Rolim, C. (2015). Car sharing systems as a sustainable transport policy: A case study from Lisbon, Portugal. In *Sustainable urban transport* (pp. 205-227). Emerald Group Publishing Limited.
- 7- Barth, M., Todd, M., & Shaheen, S. (2020). Intelligent transportation technology elements and operational methodologies for shared-use vehicle systems. *Transportation research record*, 1841(1), 99-108.
- 8- Bharadiya, J. (2023). Artificial Intelligence in Transportation Systems A Critical Review. *American Journal of Computing and Engineering*, 6(1), 34-45.
- 9- Bugliarello, G. (2006). Urban sustainability: Dilemmas, challenges and paradigms. *Technology in society*, 28(1-2), 19-26.
- 10- Gandhi, B. M. K., & Rao, M. K. (2016). A prototype for IoT based car parking management system for smart cities. *Indian Journal of Science and Technology*.
- 11- Gopalakrishnan, K., Chitturi, M. V., & Prentkovskis, O. (2015). Smart and sustainable transport: Short review of the special issue. *Transport*, 30(3), 243-246.
- 12- Harbers, A., & Snellen, D. (2016). *Smart Transportation*. Topos Imprint.
- 13- Jimenez, J. A. (2018). Smart transportation systems. *Smart Cities: Applications, Technologies, Standards, and Driving Factors*, 123-133.
- 14- Keivani, R. (2009). A review of the main challenges to urban sustainability. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 1(1-2), 5-16.
- 15- Khanna, A., & Anand, R. (2016, January). IoT based smart parking system. In *2016 international conference on internet of things and applications (IOTA)* (pp. 266-270). IEEE.



- 16- Klopp, J. M., & Petretta, D. L. (2017). The urban sustainable development goal: Indicators, complexity and the politics of measuring cities. *Cities*, 63, 92-97.
- 17- Mächtel, R., Narducci, A., Griffith, D. A., Cordes, T., & Orelle, C. (2019). An integrated transport mechanism of the maltose ABC importer. *Research in microbiology*, 170(8), 321-337.
- 18- Mrityunjaya, D. H., Kumar, N., Ali, S., & Kelagadi, H. M. (2017, February). Smart transportation. In 2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud)(I-SMAC) (pp. 1-5). IEEE.
- 19- Murugan, S., Madhu Varma, K., & Sai Prudhvi, M. Y. N. (2019). Smart Car Sharing. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 16(8), 3285-3289.
- 20- Oladimeji, D., Gupta, K., Kose, N. A., Gundogan, K., Ge, L., & Liang, F. (2023). Smart transportation: an overview of technologies and applications. *Sensors*, 23(8), 3880.
- 21- Sadhukhan, P. (2017, September). An IoT-based E-parking system for smart cities. In 2017 International conference on advances in computing, communications and informatics (ICACCI) (pp. 1062-1066). IEEE.
- 22- Schiller, P. L., & Kenworthy, J. (2017). An introduction to sustainable transportation: Policy, planning and implementation. Routledge.
- 23- Silvestre, B. S., & Țircă, D. M. (2019). Innovations for sustainable development: Moving toward a sustainable future. *Journal of cleaner production*, 208, 325-332.
- 24- Yang, B., Xu, T., & Shi, L. (2017). Analysis on sustainable urban development levels and trends in China's cities. *Journal of Cleaner Production*, 141, 868-880.
- 25- Zantalis, F., Koulouras, G., Karabetsos, S., & Kandris, D. (2019). A review of machine learning and IoT in smart transportation. *Future Internet*, 11(4), 94.